

# Sifat-Sifat Mekanikal dan Pematangan Adunan Getah Asli/Getah Asli Terepoksid.

Azman Hassan

Fakulti Kejuruteraan Kimia  
Dan Kejuruteraan Sumber Asli

Universiti Teknologi Malaysia

## Abstrak

Pengadunan telah menjadi suatu teknik yang penting dalam menghasilkan bahan-bahan polimer baru yang mempunyai ciri-ciri yang lebih baik. Untuk tujuan itu, suatu kajian telah dilakukan dengan mengadun Getah Asli dengan Getah Asli Terepoksid. Bahan yang dihasilkan dijangka dapat menggabungkan kebaikan-kebaikan yang ada pada kedua-dua jenis getah itu. Keputusan menunjukkan komposisi Getah Asli Terepoksid dalam adunan mempengaruhi sifat-sifat mekanik seperti kekuatan regangan muktamad, pemanjangan semasa putus dan kekerasan. Rintangan kepada ampulan minyak dan masa pematangan optima juga dipengaruhi oleh komposisi Getah Asli Terepoksid dalam adunan. Kajian lanjut perlu dilakukan untuk mendapatkan komposisi optima adunan yang akan mencapai objektif penyelidikan.

## Pengenalan.

Polimer teradun telah digunakan secara meluas didalam banyak bidang (Williams, 1989). Teknik ini makin digemari dalam penghasilan polimer baru kerana ia lebih senang dan lebih murah berbanding dengan teknik-teknik lain seperti sintesis dan pengkolimeran. Dalam industri pembuatan tayar misalnya, pengadunan getah penting untuk menghasilkan tayar yang lebih baik sifatnya. Banyak lapuran telah diterbitkan berkenaan perkembangan penyelidikan pengadunan getah (Nasir dan Ratnam, 1989, Baker et. al., 1974, Nasir dan Choo, 1989).

Getah Asli mempunyai banyak sifat-sifat yang istimewa, antaranya ialah sifat kekuatan mekanik yang baik (Subramaniam, 1987). Walaubagaimanapun, Getah Asli mempunyai beberapa kekurangan seperti kebolehtelapan udara yang tinggi dan rintangan yang rendah kepada pengampulan minyak (Gelling, 1989). Getah Asli menghadapi saingan yang kuat daripada industri getah tiruan seperti Getah Styren Butadin dan Nitril. Penggunaan Getah Asli di pasaran dunia hanyalah 34% daripada penggunaan getah seluruhnya. Daripada penyelidikan-penyelidikan yang telah dijalankan itu beberapa jenis getah asli terubahsuai telah berjaya dihasilkan dan diantaranya ialah Getah Asli Terepoksid (ENR) yang mana dapat menandingi beberapa sifat getah tiruan (Baker, 1988).

Getah Asli Terepoksid dihasilkan melalui tindakbalas getah asli dengan perasid dalam keadaan terkawal (Gelling, 1989). Sifat-sifat fizikal Getah Asli berubah dengan menggunakan kaedah ini dan perubahan tersebut adalah mengikut kadar tahap epoksidasi. Sifat rintangan kepada ampulan minyak Getah Asli Terepoksid bertambah dengan tahap epoksidasi. Pada 25 mol%

epoksidasi (ENR-25), sifat rintangan kepada ampulan minyak menjadi setanding dengan Getah Nitril, getah sintetik yang terkenal dengan sifat tersebut. Begitu juga dalam sifat kebolihtelapan udara, di mana pada 50 mol% epoksidasi (ENR-50) kebaikannya menyamai Getah Butil.

Bagaimanapun, kadar epoksid yang agak tinggi akan meningkatkan kos pengeluaran dan juga boleh mengurangkan sifat-sifat asal Getah Asli yang istimewa seperti ketahanan penuaan, ketahanan lesu dan kekuatan siat.

Suatu projek penyelidikan untuk menghasilkan Getah Asli Terubahsuai dengan cara mengadunkan Getah Asli dengan Getah Asli Terepoksid telah dilakukan. Bahan yang dihasilkan dijangka dapat menggabungkan kebaikan-kebaikan yang ada pada kedua-dua jenis getah itu. Objektif penyelidikan ini adalah untuk menghasilkan Getah Asli Terubahsuai baru yang dapat menggabungkan kebaikan-kebaikan yang ada pada kedua-dua jenis getah itu.

Kertas kerja ini melapurkan beberapa kajian awal yang telah dijalankan iaitu :

- i) Kesan komposisi adunan keatas sifat-sifat mekanik.
- ii) Kesan kandungan kandungan karbon hitam dan komposisi adunan keatas sifat-sifat pematangan adunan.
- iii) Kesan Getah Asli Terepoksid keatas sifat rintangan kepada ampulan minyak.

## BAHAN DAN KAEDAH

Getah Asli Terepoksid yang digunakan ialah ENR-50 yang diperolehi daripada Kumpulan Guthrie Malaysia Berhad. Getah Asli yang digunakan ialah SMR-CV yang dibekalkan oleh Institut Penyelidikan Getah Malaysia. Bahan-bahan campuran untuk sebatian getah diperolehi daripada beberapa pembekal tempatan. Komposisi adunan yang dihasilkan adalah seperti dalam jadual 1 dan 2 sementara formulasi sebatian getah ditunjukkan dalam jadual 3.

Alat-alat yang digunakan dalam penyediaan sampel dan ujian ialah:

1. Mesin dua pengguling model Labortex.
2. Penekan panas model Moore.
3. Alat pengujian kekerasan model Shimadzu.
4. Alat pengujian regangan model LLOYDS.
5. Alat meterliat Mooney model Shimadzu.

Pengadunan ini dilakukan menggunakan mesin pengguling berdua pada suhu 90°C selama 20 minit. Ciri-ciri pematangan adunan iaitu masa pematangan optima dan nilai kelikatan minima ditentukan menggunakan alat meterliat Mooney berdasarkan kaedah piawaian ASTM D146. Adunan tersebut kemudiannya divulkan menggunakan peralatan pemanasan haba pada suhu 150°C berdasarkan masa pematangan optima masing-masing.

Sifat-sifat regangan vulkanizat ditentukan menggunakan alat pengujian regangan mengikut kaedah piawaian ASTM D412. Sifat-sifat kekerasan diukur mengikut kaedah piawaian ASTM D1415. Dalam ujian

rintangan terhadap ampulan minyak. sampel-sampel getah direndam dalam minyak ASTM 1 selama 7 hari pada suhu 70° C. Kemudiannya peratus penambahn isipadu ditentukan.

## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Kajian kesan kandungan kandungan karbon hitam keatas kelikatan minima dan masa pematangan optima di lapurkan dalam Jadual 4. Ia menunjukkan dengan jelas trend peningkatan kelikatan minima dengan bertambahnya kandungan karbon hitam. ini bermakna jumlah kandungan karbon hitam mempengaruhi kelikatan sampel yang mana seterusnya akan mempengaruhi ciri-ciri pemprosesan seterusnya. Ini kerana bahan yang lebih likat memerlukan lebih tenaga untuk diproses. Pertambahan kandungan berat karbon hitam bagaimanapun tidak banyak mempengaruhi nilai masa pematangan optima. Penyusutan nilai masa pematangan optima yang agak ketara hanya berlaku semasa kandungan karbon hitam bertambah daripada 10 bsg (berat perseratus berat getah) (32 minit) kepada 20 bsg (24 minit). Untuk sampel yang mengandungi 20 bsg hingga 50 bsg karbon hitam, perbezaan masa pematangan optima tidak begitu jauh ( diantara 21 hingga 24 minit).

Kajian kesan komposisi adunan keatas kelikatan minima dan masa pematangan optima di lapurkan dalam Jadual 5. Ia menunjukkan sampel getah yang diadun mempunyai masa pematangan optima yang lebih singkat berbanding dengan sampel SMR-CV dan ENR-50. Nilai yang paling minima diperolehi daripada sampel 3 yang mengandungi 60% ENR-50. Keputusan yang diperolehi ini adalah menarik kerana ia menunjukkan masa pemprosesan lebih singkat untuk getah teradun berbanding dengan Getah Asli dan Getah Asli Terepoksid yang tidak diadun. Keputusan ujikaji juga menunjukkan sampel SMR-CV dan ENR-50 mempunyai nilai kelikatan minima yang lebih rendah berbanding dengan sampel-sampel getah yang diadun.

Jadual 6 melapurkan hubungan diantara kandungan Getah Aslui Terepoksid keatas kekuatan regangan muktamad. sampel SMR-CV didapati mempunyai nilai Kekuatan Regangan Muktamad yang tertinggi (29.96 N/mm<sup>2</sup>) yang tidak jauh berbeza dengan sampel Getah 100% ENR-50 (29.05 N/mm<sup>2</sup>). Nilai-nilai untuk getah yang diadun adalah diantara nilai kedua-dua getah tersebut. Trend yang didapati ialah dengan bertambahnya kandungan getah ENR-50 dalam sampel, nilai kekuatan regangan muktamad akan menurun sehingga nilai terendah pada komposisi 60% ENR-50 dan kemudiannya meningkat semula.

Hubungan diantara kandungan Getah Asli Terepoksid dengan pemanjangan semasa putus dilapurkan dalam Jadual 7. Ia menunjukkan sampel SMR-CV mempunyai nilai pemanjangan semasa putus yang tertinggi (560%) sementara sampel ENR-50 mempunyai nilai terendah (453%). Trend yang didapati menunjukkan nilai pemanjangan semasa putus menurun dengan meningkatnya peratusan kandungan ENR-50 dalam sampel.

Untuk kajian hubungan diantara sifat kekerasan denagn kandungan ENR-50 dalam sampel, trend yang diperolehi menunjukkan sifat kekerasan meningkat dengan meningkatnya kandungan ENR-50 (Jadual 8). Sampel SMR-CV mempunyai nilai kekerasan yang terendah (84 unit), sementara sampel

ENR-50 pula mempunyai nilai kekerasan tertinggi (95 unit). Trend yang sedemikian boleh dijelaskan dengan hubungannya dengan suhu peralihan kaca. Suhu peralihan kaca untuk SMR-CV lebih rendah ( $-72^{\circ}\text{C}$ ) berbanding dengan ENR-50 ( $-24^{\circ}\text{C}$ ). Sampel getah yang mempunyai suhu yang makin jauh daripada suhu perubahan kaca akan menjadi lebih lembut.

Jadual 9 melapurkan hubungan diantara kandungan ENR-50 dengan sifat rintangan terhadap ampulan minyak. Ia menunjukkan nilai rintangan terhadap ampulan minyak meningkat dengan meningkatnya peratusan kandungan ENR-50 dalam sampel. Sampel ENR-50 mempunyai nilai rintangan terhadap ampulan minyak yang tertinggi (2% pengembangan isipadu). Sampel SMR-CV pula mempunyai nilai rintangan terhadap ampulan minyak yang terendah (95% pengembangan isipadu). Keputusan ini sangat bertepatan dengan teori dimana diantara ciri istimewa Getah Asli Terepoksid berbanding dengan getah asli ialah sifat terhadap ampulan minyaknya yang sangat baik.

### Rumusan

Keputusan daripada penyelidikan menunjukkan :

- i) sampel Getah Asli Terubahsuai hasil adunan Getah Asli/Getah Asli Terepoksid sifat kekuatan regangan muktamad yang rendah berbanding dengan sampel SMR-CV dan sampel ENR-50.
- ii) Pemanjangan Semasa Putus menurun dengan bertambahnya kandungan Getah Asli Terepoksid dalam sampel.
- iii) Kekerasan dan rintangan terhadap ampulan minyak meningkat dengan bertambahnya kandungan Getah Asli Terepoksid.
- iv) Masa pematangan optima sampel adunan lebih pendek berbanding dengan masa untuk sampel-sampel SMR-CV dan ENR-50.

Kajian lanjut perlu dilakukan untuk mendapatkan komposisi optima Getah Asli Terubahsuai hasil adunan Getah Asli/Getah Asli Terepoksid yang dapat menggabungkan kebaikan-kebaikan yang ada pada kedua-dua jenis getah itu. Ini termasuklah membuat beberapa ujian mekanik yang lain dan juga membuat kajian kesan penuaan. Faktor ekonomi juga penting diambil kira untuk memastikan Getah Asli Terubahsuai hasil adunan Getah Asli/Getah Asli Terepoksid ini bukan sahaja lebih baik sifatnya tetapi juga 'viable' dari segi kos.

## RUJUKAN

- Baker, C. S. L., 1988. Modified Natural Rubber. Di dalam **Handbook of Elastomers - New Developments And Technology**. Bhowmick, A.K. dan Stephens, H.L. (Eds.). Marcel Dekker, New York, hlm. 31-71.
- Baker, C. S. L., Hallam, W.G., dan Smith, I. F., 1974, Natural and synthetic rubber blends - Part 2 : Natural and Nitrile Rubber Blends, **NR Technology** Vol 5, hlm. 29-43.
- Gelling, I.R., 1989. Thermoplastics and Natural Rubber Meet Strength Demands, **Elastometrics**, Jun, hlm.34-38.
- Mukhipadhyay, S., Chaki, T. K., dan De, S.K., 1990, Self-vulcanizable Rubber Blend System Based on Epoxidized Natural Rubber and Hyplon, **Journal of Polymer Science : Part C: Polymer Letters**, Vol. 28, hlm. 25-30 .
- Nasir, Z. A. dan Choo, C. H. 1989. Cure Characteristics and Mechanical Properties of Carbon Black Filled Styrene-Butadiene Rubber and Epoxidized Natural Rubber Blends, **European Polymer Journal**. Vol. 25, No. 4, hlm. 355-359.
- Nasir, Z. A. dan Ratnam, C. T. 1989. Internal Mixer Studies of poly vinyl Chloride/ Epoxidized Natural Rubber Blends, **Journal of Applied Polymer Science**, Vol. 38, hlm.1219-1227.
- Subramaniam, A. 1987. Natural Rubber. Di dalam **Rubber Technology**. Morton, M.(Ed.). Van Nostrand Reinhold, New York. hlm. 179-208.
- Williams, D. R.G., 1989. Mechanical Behaviour Of Amorphous And Semicrystalline Polymers. Di dalam **Polymer Update : Science And Engineering**. Cook, W.D. dan Guise, G. B.(Eds.).Royal Australian Chemical Institute, Australia. hlm. 219-269.

**Jadual 1**  
**Komposisi Sampel Adunan Getah Asli/ Getah Asli Terpoksid.**

Sampel Adunan	Kandungan ENR-50 (%)
1	100
2	80
3	60
4	40
5	20
6	0

**Jadual 2**  
**Komposisi Sampel Untuk Kajian Kesan Terhadap Kandungan Karbon Hitam.**

Sampel Adunan@	Kandungan Karbon Hitam (Bsg)
1	10
2	20
3	30
4	40
5	50

@ Nisbah Getah Asli Terepoksid/Getah Asli dalam adunan ialah 1:1

**Jadual 3**  
**Formulasi Untuk Sebatian Adunan ENR-50/SMR-CV**

NR/ENR 50	100.00 g
Karbon Hitam	50.00 g *
Zink Oksida	5.00 g
Sterik Asid	2.00 g
Kalsium Sterik	5.00 g
Permanax TQ	1.50 g
Antilux	3.00 g
Santoflex 13	1.50g
Sulfur	1.50g
MOR	1.50 g

\* Diantara 10 bsg hingga 50 bsg untuk kajian kesan kandungan karbon hitam.

Jadual 4

Kesan Komposisi Adunan Keatas Masa Pematangan Optima Dan Nilai Kelikatan Mooney Minima

ENR-50 (%)	Masa Pematangan Optima (minit)	Nilai Kelikatan Mooney Minima (Unit Mooney)
100	12.37	26.2
80	9.65	41.9
60	8.84	42.1
40	11.51	39.8
20	9.50	47.0
0	19.48	23.0

Jadual 5

Kesan Kandungan Karbon Hitam Keatas Masa Pematangan Optima Dan Nilai Kelikatan Mooney Minima

Berat Karbon Hitam (Bsg)	Masa Pematangan Optima (minit)	Nilai Kelikatan Mooney Minima (Unit Mooney)
10	31	12
20	26	20
30	25	26
40	23	32
50	23	39

Jadual 6

Kesan Komposisi Adunan Keatas Kekuatan Regangan Muktamad

% KANDUNGAN ENR-50	KELUATAN REGANGAN MUKTAMAD (N/mm <sup>2</sup> )
100	29.05
80	28.16
60	25.13
40	27.57
20	25.74
0	29.96



Jadual 7

Kesan Komposisi Adunan Keatas Pemanjangan Semasa Putus

Kandungan ENR-50 (%)	Pemanjangan Semasa Putus (%)
100	453
80	459
60	474
40	487
20	519
0	560

Jadual 8

Kesan Komposisi Adunan Sifat-sifat Kekerasan

Adunan ENR-50/SMR-CV	Kekerasan (Shore A)
100	95.50
80	94.00
60	93.00
40	90.00
20	89.00
0	84.00

Jadual 9

Kesan Komposisi Adunan Keatas sifat Rintangan Terhadap Ampulan Minyak

% Kandungan ENR-50	Peningkatan Isipadu Sampel (%)
100	2
80	14
60	15
40	44
20	72
0	90